

Condensing boiler and method for operating such a boiler

Patent Number: EP0699872
Publication date: 1996-03-06
Inventor(s): SCHAEFER CHRISTOF (DE); HOEFELD GUENTER (DE); WESSEL RALF DR (DE)
Applicant(s): BABCOCK OMNICAL GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ EP0699872, B1
Application Number: EP19950108496 19950602
Priority Number(s): DE19944430726 19940830
IPC Classification: F24D12/02; F28F21/02
EC Classification: F24D12/02, F28F21/02
Equivalents: ☐ DE4430726
Cited Documents: DE9104689U; EP0011104; DE9014143U; EP0368599; US5036903

Abstract

The vessel has a condensation heat exchanger (2) arranged in its exhaust stream, in order to extract energy from the steam in the flue gases. It has a second exhaust heat exchanger (3) downstream, for reheating the flue gases to ensure efficient burning. The tubes (11) of the condensation heat exchanger are made from a carbon material, and the exhaust heat exchanger is provided with a circulating pump (16). A dehumidifier (4) may be fitted between the heat exchangers, and a siphon (12) may be arranged beneath it. The dehumidifier and the siphon, and a pipe for drawing off the condensation, may form a single unit with the exhaust heat exchanger.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

BEST AVAILABLE COPY



(11) **EP 0 699 872 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.03.1996 Patentblatt 1996/10

(51) Int. Cl.⁶: **F24D 12/02, F28F 21/02**

(21) Anmeldenummer: **95108496.1**

(22) Anmeldetag: **02.06.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR LI

(30) Priorität: **30.08.1994 DE 4430726**

(71) Anmelder: **Babcock-Omnical Industriekessel
 GmbH
 D-46049 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder:
 • **Höfeld, Günter
 D-33716 Dietzhölztal (DE)**

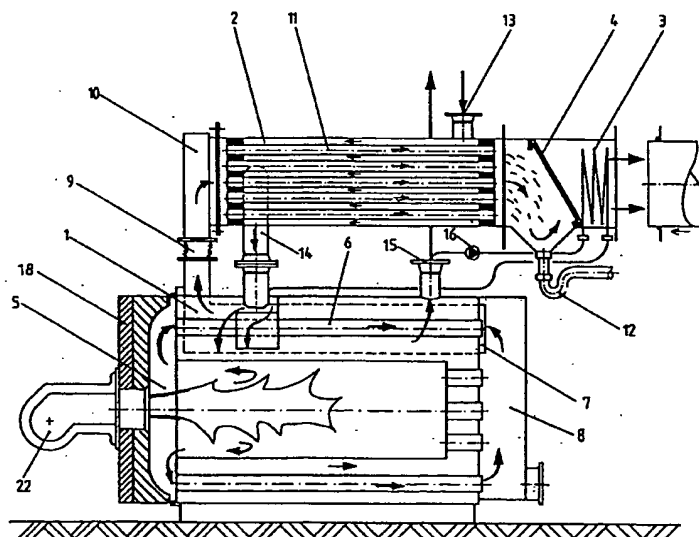
• **Schäfer, Christof
 D-35041 Marburg (DE)**
 • **Wessel, Ralf, Dr.
 D-57074 Siegen (DE)**

(74) Vertreter: **Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.
 Deutsche Babcock AG
 Lizenz- und Patentabteilung
 Duisburger Strasse 375
 D-46049 Oberhausen (DE)**

(54) **Heizkessel zur Brennwertnutzung und ein Verfahren zum Betreiben dieses Heizkessels**

(57) Einem Heizkessel (1) ist rauchgasseitig ein Abgaskondensationswärmetauscher (2) mit Kondensation des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes zur Brennwertnutzung und diesem ein in Reihe geschalteter Abgaswärmetauscher (3) zur Wiederaufheizung der Abgase nachgeschaltet. Die Rohre (11) des Abgaskondensationswärmetauschers bestehen aus einem Kohlenstoffwerkstoff. Der Abgaswärmetauscher (3) ist über eine mit einer Umwälzpumpe (16) versehene und von einem Teilstrom des Kesselvorlaufes (15) durchströmte Leitung mit dem Kesselvorlaufstutzen verbunden.

den. In dem Abgaskondensationswärmetauscher (2) werden die Abgase, die nur noch einen kleinen Teil des ursprünglichen Wasserdampfes enthalten, wieder aufgeheizt. Zur Wiederaufheizung wird ein Teilstrom des konstant heißen Kesselvorlaufes als Heizmedium benutzt, und dieser Teilstrom wird nach dem Verlassen des Abgaswärmetauschers (3) mittels einer Umwälzpumpe (16) zugleich zur Rücklauffertemperaturerhöhung des Kessels (1) genutzt, indem der Teilstrom in den Kesselrücklauf (14) eingespeist wird.



Figur 1

EP 0 699 872 A1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Heizkessel zur Brennwertnutzung und ein Verfahren zum Betreiben dieses Heizkessels mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1.

Bei bekannten Kessel-Systemen zur Brennwertnutzung wird das Abgas heruntergekühlt und ein mehr oder weniger großer Anteil des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kondensiert, um den Wirkungsgrad zu steigern. Das Abgas verläßt den Kessel zwar auf niedrigem Temperaturniveau, aber mit Wasserdampf gesättigt. Eine geringfügig weitere Auskühlung in der Abgasleitung oder dem Kamin führt zu weiterer Ausfällung von Kondensat (Schwitzwasser) und damit zu unerwünschten Korrosionen der Abgasleitung oder Versottungen des Kamines. Zwar werden die Abgasleitungen hinter Brennwertkesseln aus Edelstählen (z.B. 1.4571) hergestellt und die Kamine werden mit Edelstahlrohren im Baukastensystem nachgerüstet, doch kommt es bei den verwendeten Stählen immer wieder zu Korrosionen, zumindest aber zu flächenartigem Abtrag und Schwermetallauswaschungen. Dabei sind die Korrosionsvorgänge bei Verfeuerung von Erdgas wegen des schwach sauren Kondensates weniger gravierend, werden aber sehr problematisch bei Verfeuerung von Heizöl EL mit wesentlich saurerem und aggressiveren Kondensat wegen der Anwesenheit von schwefeliger Säure bzw. Schwefelsäure in unterschiedlich schwacher Konzentration. Die für den Erdgaseinsatz bekannten Edelstähle halten dem Kondensat aus Ölföuerung nicht stand und höher legierte Stähle führen zu unwirtschaftlichen Produkten.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe, zugrunde ein System zur Brennwertnutzung zu entwickeln, daß für beide Brennstoffe (Heizöl EL, Erdgase) geeignet ist und die genannten Nachteile nicht aufweist.

Diese Aufgabe wird bei gattungsgemäßen Heizkessel erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Heizkessels ist Gegenstand des Patentanspruches 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch den Einsatz des Kohlenstoffwerkstoffes Diabon für den eigentlichen Abgaskondensationswärmetauscher wird die Korrosionsproblematik auch im Hinblick auf das stark saure Kondensat von Heizöl EL beherrscht. Der Werkstoff hat sich unter wesentlich aggressiveren Medien in der chemischen Industrie bewährt.

Im Hinblick auf die Abgasseite wird ein neuer Weg beschritten. Das mit Wasserdampf leicht untersättigte Abgas wird zunächst einer Kammer zugeführt, in der das Kondensat abgeleitet werden kann und dann durch einen Demister geführt, um eventuell im Abgas noch vorhandene Tröpfchen abzuscheiden. Das leicht untersättigte Abgas mit einer Temperatur um 40-45 °C gelangt zu dem Abgaswärmetauscher, in dem es um ca. 15 °C aufgeheizt und damit "getrocknet" wird. Der Temperatur-

abfall in normal isolierten Kaminen beträgt ca. 0,5 °C pro m bei einem Abgastemperaturniveau von ca. 200 °C. Bei dem vorliegenden niedrigen Niveau des aufgeheizten Abgases bei ca. 60 °C liegt der Temperaturabfall entsprechend niedriger. Es wird damit sichergestellt, daß eine Taupunktunterschreitung in den Abgaswegen nicht stattfindet. Die Heizkessel-Wärmetauscher-Kombination kann an jeden normalen Kamin angeschlossen werden. Die Kaminnachrüstung mit teuren Edelstahl-Rohr-Systemen entfällt. Zudem kann der Brennstoff Heizöl EL eingesetzt werden, für dessen Kondensat es bislang keine geeigneten Abgassysteme in größeren Nennweiten gibt, da Kondensation in den Abgaswegen grundsätzlich vermieden wird.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Figuren 1, 2 und 4 jeweils einen schematischen Längsschnitt durch einen Heizkessel und Figur 3 den vorderen Teil des Abgaskondensationswärmetauschers

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Beispiel zeigt einen Kessel (1) nach dem Umkehrbrennkammerprinzip mit einem aufgesetzten Abgaskondensationswärmetauscher (2) dessen Rohre (11) aus einem Kohlenstoffwerkstoff mit der Bezeichnung Diabon bestehen, mit einem Abgaswärmetauscher (3) zur Wiederaufheizung der Rauchgase und mit einem Demister (4).

Das Rauchgas kehrt in der Brennkammer (5) um, tritt in Rauchrohre (6) ein und erreicht den Abgassammelkasten (7) mit einer Temperatur von ca. 165 °C. Von dort wird es in einem Rückführrohr (8) außerhalb des Kesselwasserraumes nach vorne geführt. Über einen Kompensator (9) und Aufsatz-Umlenkkasten (10) wird das Rauchgas zum Eintritt des Abgaskondensationswärmetauschers (2) geleitet und durchströmt die aus Diabon bestehenden Rohre (11). Am Austritt des Abgaskondensationswärmetauschers schließt sich ein Gehäuse mit Siphon (12) zur Kondensatableitung, Demister (4) zur Tröpfchenabscheidung und Abgaswärmetauscher (3) zur Wiederaufheizung der Rauchgase an.

Wasserseitig tritt der Rücklauf (13) in den Abgaskondensationswärmetauscher (2) ein und das Wasser wird im Gegenstrom zum Rauchgas zur Vorderseite vom Abgaskondensationswärmetauscher (2) geführt und tritt dort in den Kessel über einen Stutzen (14) ein. Bevorzugt tritt das Wasser mit 30-35 °C in den Abgaskondensationswärmetauscher (2) ein und verläßt ihn mit 37-42 °C. Diese Temperatur ist für den Kessel zu niedrig (Taupunktunterschreitung im Kessel), auch wenn das Wasser bevorzugt auf die heißen Heizflächen geleitet wird mit den höchsten Wandübertemperaturen im Kessel.

Dem Kesselvorlauf (15), der konstant mit 80 - 90 °C gefahren wird, wird deshalb ein Teilstrom Wasser entnommen und mittels Umwälzpumpe (16) zunächst zu Abgaswärmetauscher geführt. In diesem kühlt das Wasser um nur 1 °C ab, so daß sich Abgaswärmetauscher

(3) immer oberhalb des Taupunktes befindet und aus unlegiertem Werkstoff gefertigt werden kann, was eine kostengünstige Lösung darstellt. Nach Verlassen des Abgaswärmetauschers (3) wird der immer noch auf hohem Temperaturniveau befindliche Teilstrom in den Kesselrücklauf (14) eingespeist, um eine Temperaturanhebung des Rücklaufes vor Eintritt in den Kessel zu bewirken. Besonders vorteilhaft an der Lösung ist, daß in einer Funktion sowohl die Wiederaufheizung des Rauchgases ohne Taupunktprobleme an dem Abgaswärmetauscher (3), als auch die Rücklauftemperaturanhebung des Kessels bewirkt werden. Die Wassermassenströme sind so bemessen, daß ein hohes Temperaturniveau an dem Abgaswärmetauscher (3) ansteht und eine ausreichende Rücklauftemperaturanhebung auf größer 50 °C erreicht wird.

Die Figur 2 zeigt die Anwendung des zuvor beschriebenen Prinzips auf einen Kessel mit hinterer Umlenkung der Rauchgase. Die Rauchgase verlassen die Brennkammer (5) hinten und treten nach Passieren einer innenliegenden Wendekammer (8) in die Rauchrohre (6) ein. Am Rohraustritt gelangen die Rauchgase in eine Ringkammer (17) der Kesseltür (18) und von dort über Aufsatzumlenkkasten (10) und Kompensator (9) zum Eintritt in den Abgaskondensationswärmetauscher (2) und durchströmen die Diabon-Rohre (11). Dem Abgaskondensationswärmetauscher (2) folgt ein Gehäuse mit Siphon (12) zur Kondensatableitung, Demister (4) zur Tröpfchenabscheidung und Abgaswärmetauscher (3) zur Wiederaufheizung der Rauchgase. Die wasserseitige Durchströmung des Abgaskondensationswärmetauschers (2), des Abgaswärmetauschers (3) und des Kessels folgt dem gleichen Prinzip wie zu Figur 1 beschrieben. Jedoch wird nach Eintritt des Wassers in den Kessel durch den Stutzen (14) das Wasser im Kessel über eine Leitwanne (19) nach hinten geführt, um eine Hinführung zu den heißen Heizflächen des Kessels zu gewährleisten. Die Durchströmung des Abgaswärmetauschers in Kombination mit der Rücklauftemperaturanhebung am Kessel erfolgt, wie bereits zu Figur 1 beschrieben. Vorteilhafte wird die Kombination Kessel / Kondensationswärmetauscher ergänzt durch einen günstigen Anschluß für die Entnahme von Rauchgas zum Brenner (22) zur Inertisierung der Flamme und Reduzierung der NO_x-Gehalte. Da sich das Rauchgas in der Ringkammer (17) Kesseltür (18) der auf Abgastemperaturniveau 165 °C befindet, kann hier das Rauchgas auf kürzestem Weg zum Brenneransaugstutzen geführt werden und muß nicht, wie bei externer Rauchgasrezirkulation üblich, vom Kesselende mittels Gebläse nach vorne gefördert werden.

die Figur 3 zeigt ein Detail am Rohreintritt des Abgaskondensationswärmetauschers (2). In die Rohrplatte (23) ist eine Aussparung (24) eingefräst, die bei Kondensataustritt vorne und Kondensatbildung am Boden dieses sammelt und über das unterste Rohr nach hinten ableitet. Der Abgaskondensationswärmetauscher (2) nach Figur 1 und Figur 2 hat eine Neigung von 1-2 ° nach

hinten, um die Abflußrichtung des Kondensates nach hinten zum Siphon (12) vorzugeben.

Die Figur 4 zeigt die Kombination des Abgaskondensationswärmetauschers und des Abgaswärmetauschers mit einem Sonderkessel. Hierbei besteht der Kessel nur noch aus einer wassergekühlten Brennkammer (5) mit hinterem Rauchgasabgang (8). Der Abgaskondensationswärmetauscher (2) übernimmt die Auskühlung der Rauchgase und die Kondensation und ist etwas größer als Abgaskondensationswärmetauscher in Figur 1 und Figur 2. Dies ergibt vorteilhaft eine günstige Heizflächenauslastung und damit eine kostengünstige Lösung. Abweichend von Figur 1 und Figur 2 findet die Wiederaufheizung der Rauchgase im Abgaskondensationswärmetauscher statt. Dazu wird wasserseitig der vordere Teil des Abgaskondensationswärmetauschers (2) von der größeren Rauchgaskühlfläche abgetrennt und direkt vom Vorlauf (15) des Kessels (1) durchströmt. Das Rücklaufwasser (13,14) tritt nach dem Abgaskondensationswärmetauscher hinten in den Kessel ein (14). Um hier trotz hochbelasteter Brennkammer (5) eine Taupunktunterschreitung zu vermeiden, sind Steigrohre (21) in die Brennkammer eingesetzt, deren aufsteigendes, heißes Wasser sich mit dem Rücklauf mischt.

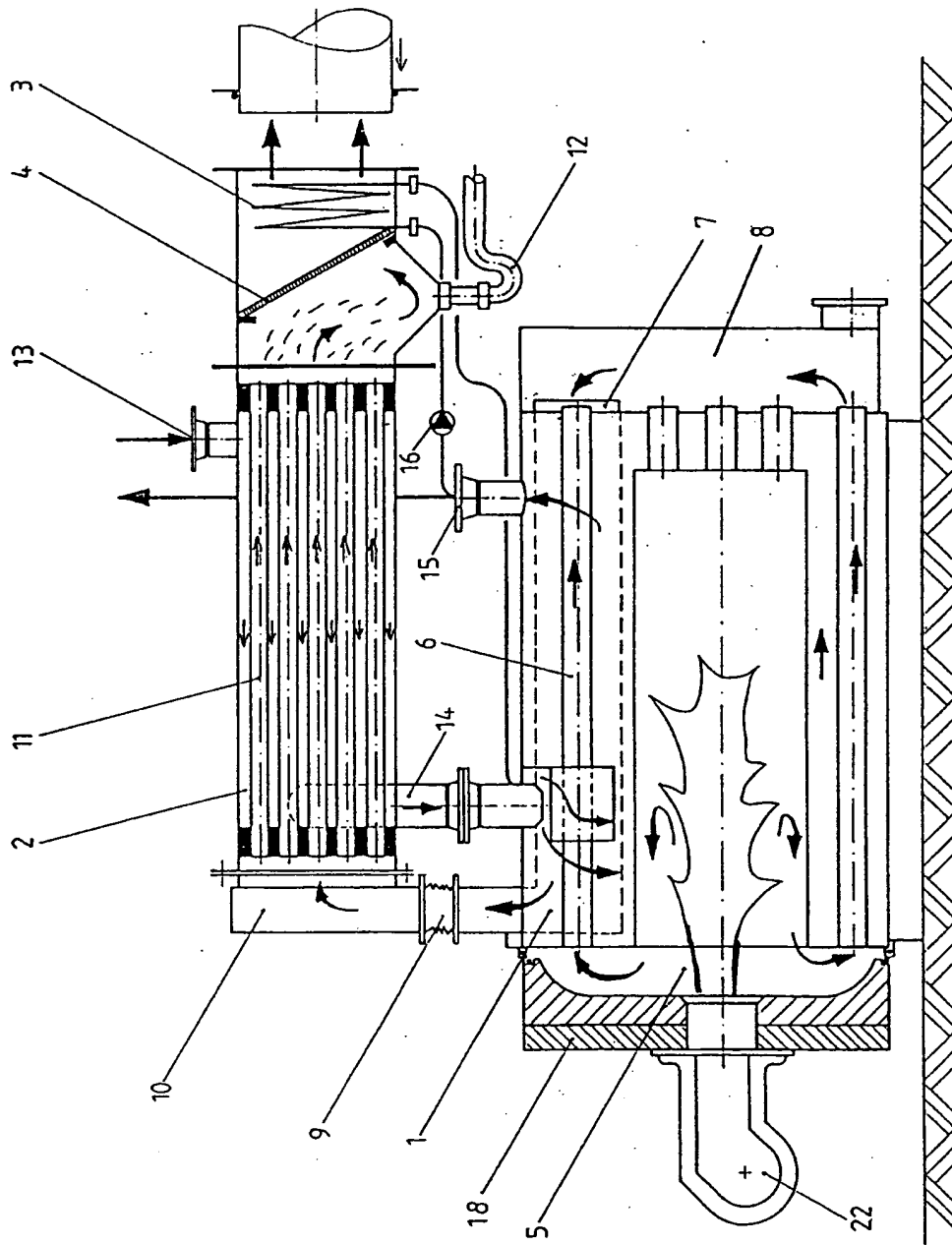
Patentansprüche

1. Heizkessel in Kombination mit einem rauchgasseitig nachgeschalteten Abgaskondensationswärmetauscher mit Kondensation des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes zur Brennwertnutzung und einem zweiten, in Reihe geschalteten Abgaswärmetauscher zur Wiederaufheizung der Abgase, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre des Abgaskondensationswärmetauschers aus einem Kohlenstoffwerkstoff bestehen und daß der Abgaswärmetauscher über eine mit einer Umwälzpumpe versehene und von einem Teilstrom des Kesselvorlaufes durchströmte Leitung mit dem Kesselvorlaufstutzen verbunden ist.
2. Kessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Rauchgasstromstrom zwischen dem Abgaskondensationswärmetauscher und dem Abgaswärmetauscher ein Demister angeordnet ist und daß unterhalb des Demisters ein Siphon angeordnet ist.
3. Kessel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Kondensatableitung, Siphon (12), Demister (4) und Abgaswärmetauscher (3) eine Geräteeinheit bilden.
4. Kessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kesseltür (18) so ausgebildet ist, daß sie mit Hilfe eines Aufsatzumlenkkastens (10) die 180°-Umlenkung vom Kessel zum Abgaskondensationswärmetauscher (2) übernimmt und daß die Tür

einen Abgang für kaltes Zirkulationsrauchgas zum Brenner enthält.

5. Kessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Heizfläche des Abgaskondensationswärmetauschers wasserseitig von der übrigen Heizfläche abgetrennt und direkt an den Kesselvorlauf angeschlossen ist und daß dieser Teil aus Steigrohren gebildet und von dem aufzuheizenden Abgas angeströmt ist. 5
6. Kessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre des Abgaskondensationswärmetauschers in Durchströmrichtung unter einem Winkel mit 1 bis 2° nach unten geneigt sind. 10 15
7. Kessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem in Strömungsrichtung des Rauchgases vorderen Rohrboden (23) des Abgaskondensationswärmetauschers eine Aussparung (24) oder eine Abflußrinne angeordnet ist, die mit dem untersten Rohr des Abgaskondensationswärmetauschers in Verbindung steht und die das am Rohrboden anfallende Kondensat sammelt und über das Rohr in Strömungsrichtung abführt. (Figur 3) 20 25
8. Verfahren zum Betreiben eines Heizkessels nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Abgaskondensationswärmetauscher die Abgase, die nur noch einen kleinen Teil des ursprünglichen Wasserdampfes enthalten, wieder aufgeheizt werden und daß zur Wiederaufheizung ein Teilstrom des konstant heißen Kesselvorlaufes als Heizmedium benutzt wird und dieser Teilstrom nach dem Verlassen des Abgaswärmetauschers mittels einer Umwälzpumpe zugleich zur Rücklauf temperaturanhebung des Kessels genutzt wird, indem der Teilstrom in den Kesselrücklauf eingespeist wird. 30 35 40
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß hinter dem Abgaskondensationswärmetauscher eine Abführung des Kondensates über einen Siphon und eine Tröpfchenabscheidung über Prallplatte oder Demister stattfinden, bevor das so getrocknete Rauchgas dem Abgaswärmetauscher zugeführt wird. 45
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgaswärmetauscher immer von Heizmedium mit Temperaturen oberhalb des Taupunktes durchströmt wird, um Taupunktunterschreitungen am Abgaswärmetauscher auszuschließen. 50 55
11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Kesselwasser bei Eintritt in den Kessel über einen injektionsartig ausgebildeten Stutzen geführt wird, der in den Kesselkörper hineinragt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rücklaufwasser im Kessel über eine Leitwanne zu den heißen Kesselheizflächen geführt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiederaufheizung der Rauchgase in dem Abgaskondensationswärmetauscher erfolgt, indem ein Teil der Rohrheizfläche von der übrigen Heizfläche wasserseitig abgetrennt und der sich dadurch ergebende separate Raum von heißem Vorlaufwasser durchströmt wird.



Figur 1

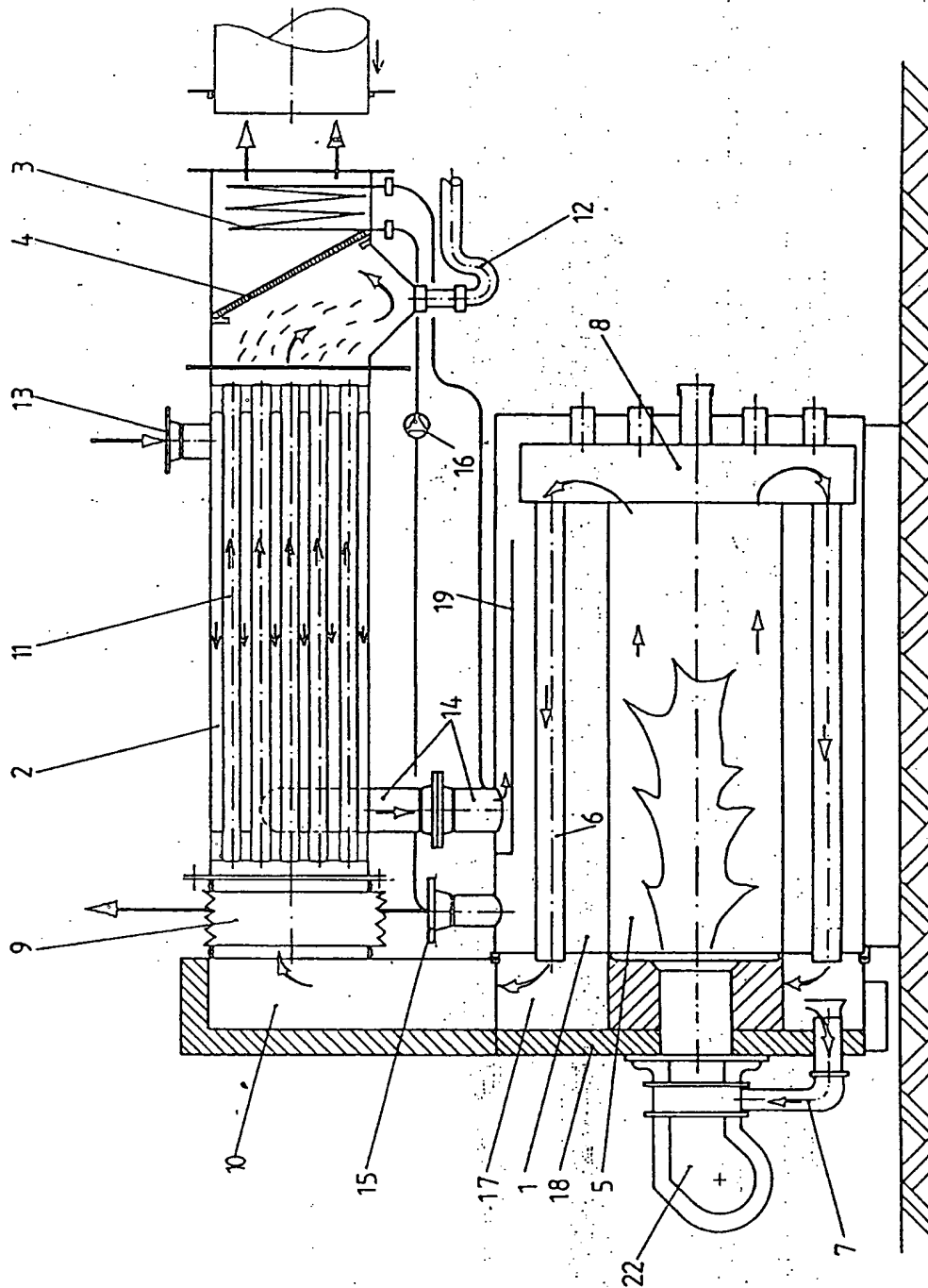
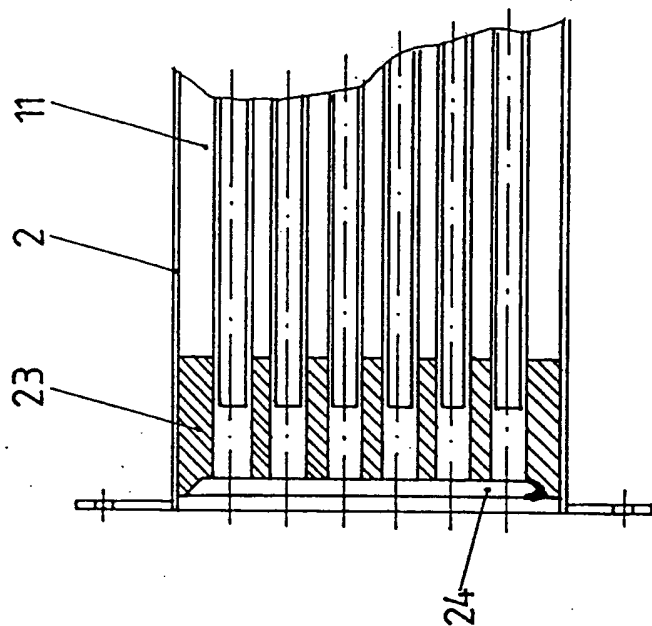
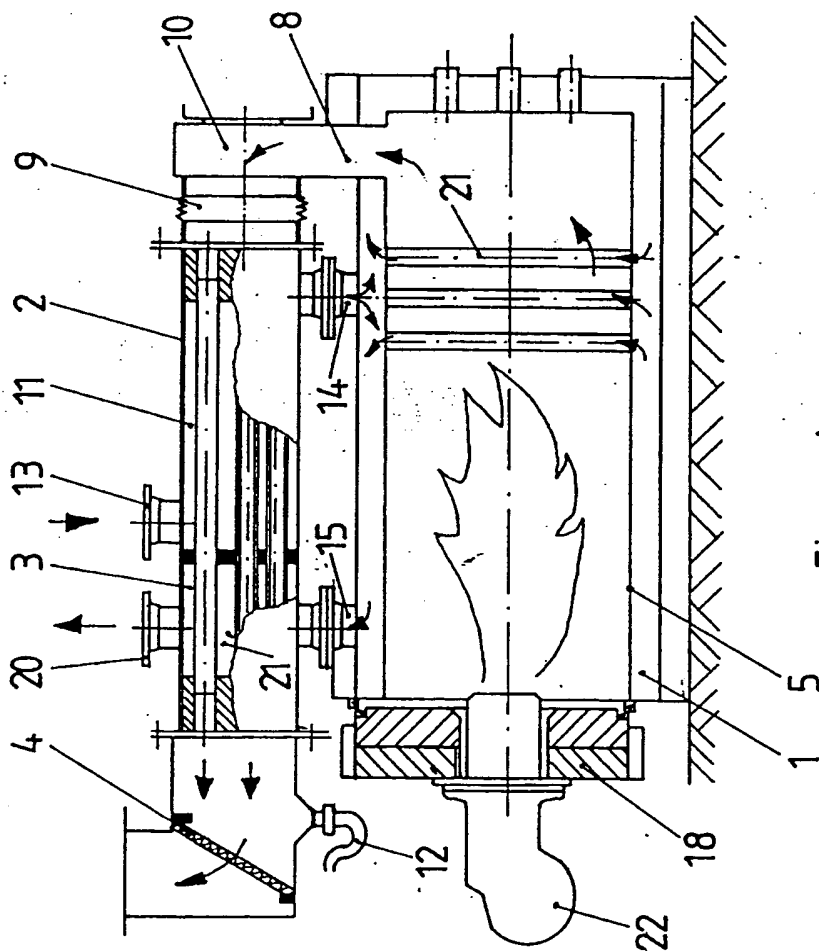


Figure 2



Figur 3



Figur 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 8496

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE-U-91 04 689 (HÖFER) 20.Juni 1991 * das ganze Dokument *	1,3,8	F24D12/02 F28F21/02
A	EP-A-0 011 104 (LUMMUS TECH FRANCE) 28.Mai 1980 * Anspruch 1 *	1,8	
A	DE-U-90 14 143 (HÖFER) 20.Dezember 1990 * Ansprüche 1,5,6 *	1,8	
A	EP-A-0 368 599 (EMVERTEC LTD) 16.Mai 1990 * Zusammenfassung *	1-3,8	
A	US-A-5 036 903 (SHOOK JAMES R) 6.August 1991 * Zusammenfassung *	1,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F24D F28F F24H F23J F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchierort DEN HAAG		Abschließendes der Recherche 11.Dezember 1995	Prüfer Van Gestel, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument Δ : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.92 (P04.001)

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)